

**Metal rotor disc e.g. for gas turbine axial compressor, has localised fibre reinforcement provided by separate metal matrix composite rings**

**Patent number:** DE10163951

**Publication date:** 2002-12-19

**Inventor:** FRISCHBIER JOERG (DE); TOMSIK JOSEPH (DE); KRAUS ASTRID (DE); WOEHRL BERNHARD (DE)

**Applicant:** MTU AERO ENGINES GMBH (DE)

**Classification:**

- **international:** F01D21/04; F04D29/32; F01D21/00; F04D29/32; (IPC1-7): F04D29/32; F04D29/34

- **europen:** F01D21/04B; F04D29/32B

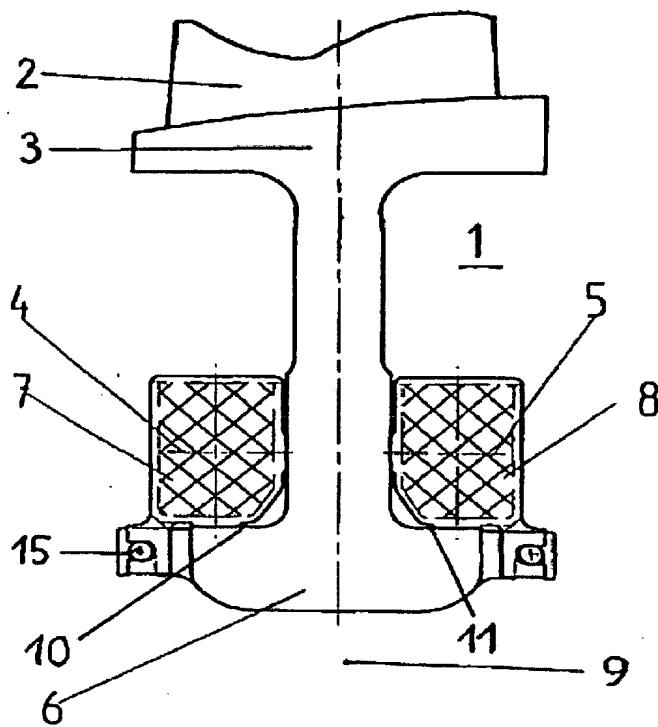
**Application number:** DE20011063951 20011222

**Priority number(s):** DE20011063951 20011222

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10163951**

The rotor disc (1) is formed with localised fibre reinforcement using a metal matrix composites technique, the fibre reinforcement provided at 2 positions equally spaced from the central bore (9) of the rotor disc as separate metal matrix composite rings (4,5), fitted to seating surfaces (10,11) of a holding ring (6) around the central bore and secured in both radial and axial directions.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 101 63 951 C 1**

⑯ Int. Cl. 7:  
**F 04 D 29/32**  
F 04 D 29/34

⑯ Aktenzeichen: 101 63 951.1-15  
⑯ Anmeldetag: 22. 12. 2001  
⑯ Offenlegungstag: -  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 12. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

MTU Aero Engines GmbH, 80995 München, DE

⑯ Erfinder:

Frischbier, Jörg, Dr., 85221 Dachau, DE; Tomsik, Joseph, 80799 München, DE; Kraus, Astrid, 81543 München, DE; Wöhrl, Bernhard, Dr., 82131 Gauting, DE

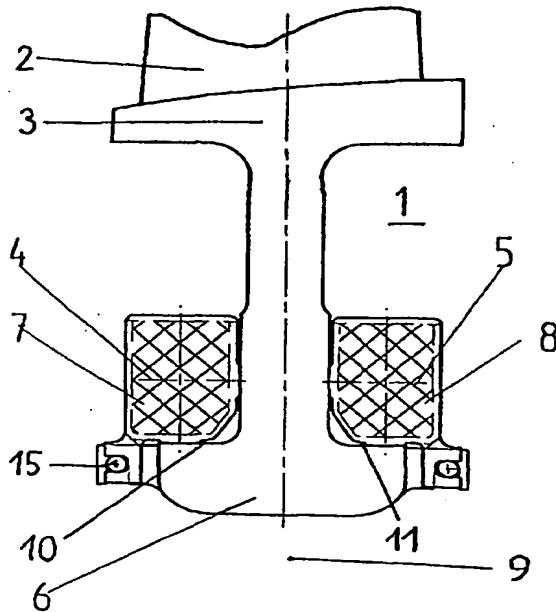
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 43 24 755 C1

⑯ Rotorscheibe aus Metall mit örtlichen Faserverstärkungen

⑯ Rotorscheibe aus Metall mit örtlichen Faserverstärkungen in MMC-Technik und mit einer zentralen Bohrung, wobei die Faserverstärkungen symmetrisch zur axialen Rotorscheibenmitte nahe der zentralen Bohrung angeordnet sind.

Die Rotorscheibe weist einen die zentrale Bohrung umgrenzenden Halterung mit zwei kreiszyklindrischen, radial äußeren Sitzflächen auf, die Faserverstärkungen sind als separate MMC-Ringe ausgeführt und unter störseitiger Anlage an der Rotorscheibe auf den Sitzflächen des Halterings angeordnet, die MMC-Ringe kontaktieren die Sitzflächen über ballige Konturen und sind mittels eines Pressitzes reibschlüssig fixiert sowie über Axialsicherung an den Enden des Halteringes zusätzlich formschlüssig fixiert.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotorscheibe aus Metall mit örtlichen Faserverstärkungen in MMC-Technik und mit einer zentrischen Bohrung, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Die DE 43 24 755 C1 schützt ein Verfahren zur Herstellung faserverstärkter Triebwerkskomponenten mit den Schritten a) Faserbeschichten, b) Wickeln, c) Abdecken und d) heissistostatisches Pressen ("Hippen"). Eine "endlose", mit Titanlegierung beschichtete Siliziumkarbidfaser wird in Schritt b) auf eine zylindrische oder ringförmige Vorform einer Triebwerkskomponente gewickelt und durch die weiteren Schritte integral/monolithisch mit der Komponentenvorform vereinigt. Nach den **Fig. 2** und **3** lassen sich mit diesem Verfahren integral beschaffelte Ringe, sogenannte Blings (Bladed Rings) herstellen, indem zwei gewickelte, faserverstärkte MMC-Ringe in axial offene, spiegelbildliche Nuten im Fußbereich der Schaufeln eines Schaufelkranges eingebracht werden. Über die Art der Befestigung der MMC-Ringe in den Nuten wird nichts gesagt. Festigkeitstechnisch optimal wäre eine vollflächige, stoffschlüssige Verbindung z. B. durch Hippen oder Löten. Im Hinblick auf die hohe mechanische Belastung solcher Bauteile muss die Verbindung bestmöglich reproduzierbar herzustellen und fehlerfrei sein. In der Praxis ist hier mit Problemen zu rechnen, wobei die Detektion und Beseitigung von Fehlstellen schwierig bis unmöglich sein dürfte. Auch in den MMC-Ringen selbst können Fehlstellen bzw. Inhomogenitäten auftreten. Werden diese erst nach Integration in das Bauteil detektiert oder treten diese erst dann auf, so ist eine Reparatur bzw. ein Austausch nur äußerst schwierig bis unmöglich.

[0003] Angesichts dieser Problematik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, eine Rotorscheibe aus Metall mit örtlichen Faserverstärkungen in MMC-Technik und mit einer zentrischen Bohrung zu konzipieren, die fertigungstechnisch einfacher und besser kontrollierbar bzw. prüfbar, weniger empfindlich gegenüber Inhomogenitäten der Faserverstärkungen und reparabel ist sowie bei Versagen eines oder beider Ringe noch Notlaufeigenschaften aufweist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst, in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen in dessen Oberbegriff. Die MMC-Ringe sind als eigenständige, fertigbearbeitete und relativ gut zu kontrollierende bzw. zu prüfende Bauteile ausgeführt und mit Presssitz auf nabenartigen Fortsätzen (Halterung) der Rotorscheibe reibschlüssig fixiert. Die Krafteinleitung in die MMC-Ringe erfolgt somit radial von Innen durch Druck auf spannungsverteilende, ballige Oberflächenkonturen, wobei die übrigen Oberflächen der MMC-Ringe lastfrei sind. Die Gefahr einer Beschädigung oder Zerstörung der MMC-Ringe oder einer Ablösung vom Bauteil wird dadurch minimiert. Die MMC-Ringe können im Bedarfsfall auch wieder abgezogen und ausgetauscht werden. Der Presssitz auf dem Halterung ist so ausgelegt, dass er im Normalbetrieb als Verdreh- und Axialsicherung ausreicht. Zur weiteren Steigerung der Sicherheit ist für beide MMC-Ringe jeweils noch eine formschlüssige Axialsicherung an den freien Enden des Halterings vorhanden. Der metallische Rotorscheibenkörper mit dem Halterung ist mechanisch so stabil, dass er bei Versagen eines oder beider MMC-Ringe noch definierte Notlaufeigenschaften besitzt.

[0005] Bevorzugte Ausgestaltungen der Rotorscheibe sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0006] Die Erfindung wird anschließend anhand der Figuren noch näher erläutert. Dabei zeigen in vereinfachter, nicht maßstäblicher Darstellung:

[0007] **Fig. 1** einen axial/radialen Teilschnitt durch eine beschaffelte Rotorscheibe mit MMC-Ringen,

[0008] **Fig. 2** einen in der selben Ebene liegenden Teilschnitt durch einen MMC-Ring in gegenüber **Fig. 1** deutlich vergrößertem Maßstab,

[0009] **Fig. 3** einen in der selben Ebene liegenden Teilschnitt durch den Bereich der formschlüssigen Axialsicherung eines MMC-Ringes, und

[0010] **Fig. 4** einen radialen Teilschnitt durch die Längsmitte eines Sicherungsstiftes der Axialsicherung.

[0011] **Fig. 1** zeigt beispielhaft eine für den Axialverdichter einer Gasturbine vorgesehene, integral beschaffelte Rotorscheibe **1** mit örtlichen Faserverstärkungen in MMC-Technik. Von oben beginnend erkennt man einen Teil einer Schaufel **2** und deren plattformartigen Schaufelfuß **3**. Die Schaufelfüße **3** aller Schaufeln **2** am Umfang der Rotorscheibe **1** bilden einen geschlossenen, integralen Ring. Der eigentliche Scheibenkörper erstreckt sich radial nach innen, hier nach unten, bis zu einer zentrischen Bohrung **9**. Diese ist umschlossen von einem Halterung **6**, der sich nach Art einer Doppelnabe auf beiden Seiten des Scheibenkörpers axial von diesem Weg erstreckt und radial außen kreiszylindrische Sitzflächen **10, 11** trägt, auf denen zwei MMC-Ringe **4, 5** mit in diese integrierten, gewickelten Faserlagen **7, 8** angeordnet sind. Die MMC-Ringe **4, 5** liegen auf ihren einander zugewandten Seiten an ebenen, radialen Stirnflächen des Scheibenkörpers an und sind über Pressitze reibschlüssig auf dem Halterung **6** fixiert. Der Reibschluss übernimmt unter normalen Belastungen sowohl die Verdreh- als auch die Axialsicherung. Aus Sicherheitsgründen, u. a. für extreme Lastzustände, ist zusätzlich für jeden MMC-Ring eine formschlüssige Axialsicherung **15** am freien Ende des Halterings **6** vorhanden.

[0012] **Fig. 2** zeigt vergrößert den linken MMC-Ring **4**, dessen Querschnitt im wesentlichen rechteckig ist. An seiner radial inneren, hier unteren Oberfläche weist er eine ballige Kontur **12** auf, deren kleinster Durchmesser **d** in der axialen Ringmitte **M** liegt. Mit der Kontur **12** liegt der MMC-Ring unter radialer Pressung lastübertragend auf der hier weggelassenen – Sitzfläche **10** auf. Die Balligkeit bewirkt eine günstige Verteilung der Druckspannungen im Kontaktbereich der Bauteile **4** und **6** und vermeidet Kerbwirkungen. Die axial mittige Lage der balligen Kontur verhindert ein Stülpen des jeweiligen MMC-Ringes. Das Bezugssymbol **14** weist auf eine Beschichtung im Bereich der balligen Kontur **12** hin, welche ein- oder mehrlagig ausgeführt sein kann. Die Beschichtung **14** sollte reibverschleißfest sein, insbesondere gegenüber Fretting, und kann zusätzlich die Reibung im Presssitz der Bauteile **4** und **6** erhöhen. Auf der rechten Seite des MMC-Ringes **4** ist für die Anlage an der Stirnseite des Rotorscheibenkörpers ebenfalls eine ballige, beschichtete Kontur **13** vorgesehen. Da hier keine relevanten Lasten übertragen werden – im Grunde nur die axiale Restkraft nach dem Aufpressen/Aufschrumpfen des MMC-Ringes – ist die Konturierung bzw. Beschichtung an dieser Stelle nicht unbedingt erforderlich.

[0013] **Fig. 3** zeigt den Bereich der zusätzlichen, formschlüssigen Axialsicherung **15** am Beispiel des MMC-Ringes **4**. Letzterer weist eine Haltenase **16** mit in Axialrichtung offener Nut **19** auf. Der Halterung **6** besitzt zwei in Umfangsrichtung beabstandete Haltenasen **18** mit radial nach innen offenen Nuten **17**, wobei die Haltenase **16** des MMC-Ringes **4** zwischen den beiden Haltenasen **18** zu liegen kommt. Ein Sicherungsstift **21** bewirkt in Verbindung mit den Nuten **17** und **19** die gewünschte, formschlüssige Axialsicherung. Diese braucht nur einseitig zu wirken, da der MMC-Ring auf der Gegenseite am Rotorscheibenkörper anliegt.

[0014] Fig. 4 zeigt ebenfalls den Bereich einer Axialsicherung 15 in einem Radialschnitt längs der Mittelachse des Sicherungsstiftes 21. Letzterer weist ein bereits vor Montage abgewinkeltes Ende auf, welches in der Darstellung rechts liegt. Sein zweites Ende, hier mit Biegeende 22 bezeichnet, wird erst nach seiner Montage verformt, so dass der Sicherungsstift 21 selbst formschlüssig in der von den Nuten 17, 19 gebildeten Führung 20 sowie an den Seitenflächen der Haltenasen 18 fixiert ist. Der Sicherungsstift 21 und seine Führung 20 sind gemäß Darstellung gerade gefertigt. Es wäre auch möglich, diese Elemente auf einem zur Rotscheibenachse konzentrischen Kreisbogen, d. h. gekrümmten, anzuordnen. Es versteht sich, dass aus Gründen der Last- und Gewichtsverteilung jeweils mehrere solcher Axialsicherungen 15 gleichmäßig über den Umfang des Halteringes 6 – und damit des MMC Ringes – verteilt sind. Bei einer kreisbogenförmigen Anordnung kann ein ringförmig gekrümmter Sicherungsstift durch mehrere oder alle Axialsicherungen laufen. Dies ist für den Fachmann leicht verständlich und deshalb nicht gesondert dargestellt.

5 10 15 20

5. Rotorscheibe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die die Sitzflächen (10, 11) des Halterings (6) kontaktierenden, balligen Konturen (12) an den MMC-Ringen (4, 5) eine verschleißfeste, speziell gegenüber "Fretting" widerstandsfähige, sowie ggf. reibungserhörende, ein- oder mehrlagige Beschichtung (14) aufweisen.

6. Rotorscheibe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der metallische Körper der Rotorscheibe (1) aus einer Legierung auf Titanbasis (Ti-Basis) besteht, und dass die MMC-Ringe (4, 5) eine Matrix aus einer Legierung auf Titanbasis sowie Verstärkungsfasern aus Siliziumkarbid (SiC) aufweisen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Rotorscheibe aus Metall mit örtlichen Faserverstärkungen in MMC-Technik (Metal Matrix Composites-Technik) und mit einer zentralen Bohrung, insbesondere ausgeführt als integral beschaukelte Rotorscheibe für Axialverdichter von Gasturbinen, wobei die Faserverstärkungen an zwei von der axialen Rotscheibenmitte zumindest etwa gleich beabstandeten Positionen nahe der zentralen Bohrung angeordnet sind, **durch gekennzeichnet**,

25 30

dass die Rotscheibe (1) einen die zentrale Bohrung (9) umgrenzenden Haltering (6) aufweist, welcher naheartig von beiden Stirnseiten der Rotscheibe (1) vorsteht und kreiszylindrische, radial äußere Sitzflächen (10, 11) aufweist,

35

dass die Faserverstärkungen als separate Bauteile in Form von MMC-Ringen (4, 5) ausgeführt und unter stirnseitiger Anlage an der Rotscheibe (1) auf den Sitzflächen (10, 11) des Halterings (6) angeordnet sind, und

40

dass die MMC-Ringe (4, 5) die Sitzflächen (10, 11) des Halterings (6) über ballige Konturen (12) kontaktieren und mittels eines radialen Pressitzes in Umfangs- und Axialrichtung reibschlüssig fixiert sowie über Axialsicherungen (15) an den freien Enden des Halterings (6) zusätzlich formschlüssig fixiert sind.

45

2. Rotorscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die formschlüssigen Axialsicherungen (15) Haltenasen (16) mit axial offenen Nuten (19) an den MMC-Ringen (4, 5), Haltenasen (18) mit radial offenen Nuten (17) am Haltering (6) sowie Sicherungsstifte (21) mit Biegeenden (22) umfassen und zusätzlich formschlüssige Verdreh sicherungen für die MMC-Ringe (4, 5) bilden.

50 55

3. Rotorscheibe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die MMC-Ringe (4, 5) über zusätzliche ballige Konturen (13) an radialen, ebenen Flächen der Stirnseiten der Rotscheibe (1) anliegen.

60

4. Rotorscheibe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die MMC-Ringe (4, 5) einen zumindest annähernd recht eckigen Querschnitt aufweisen, und dass der kleinste Durchmesser (d) der die Sitzflächen (10, 11) des Halterings (6) kontaktierenden, balligen Konturen (12) jeweils etwa in der axialen Ringmitte (M) der MMC-Ringe (4, 5) liegt.

**- Leerseite -**

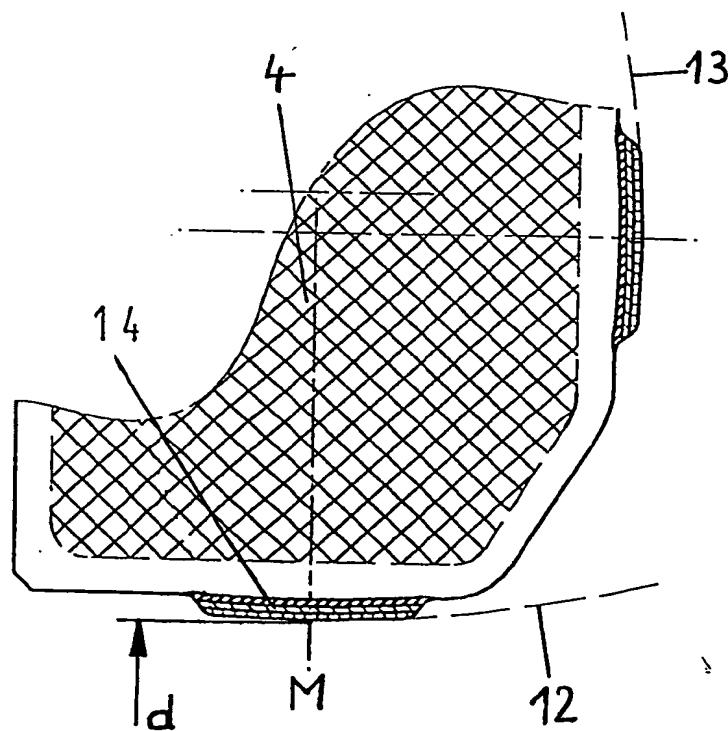
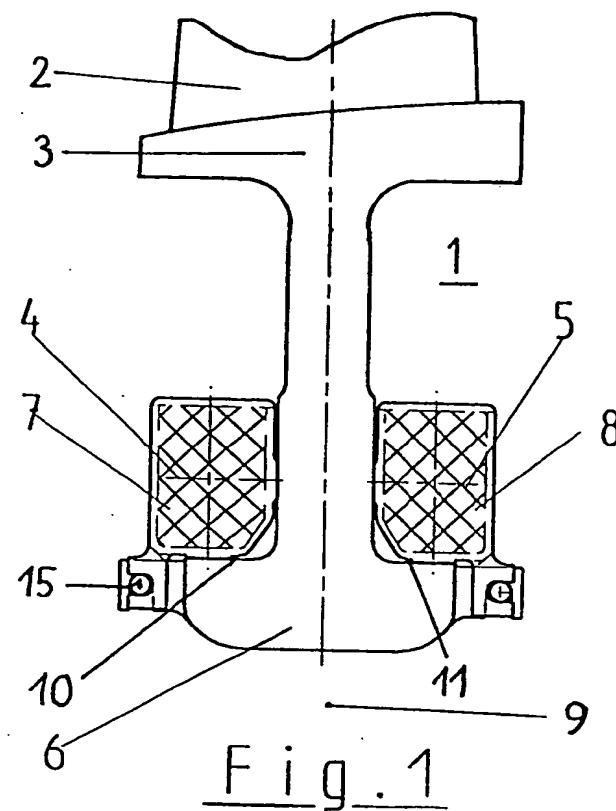


Fig. 2

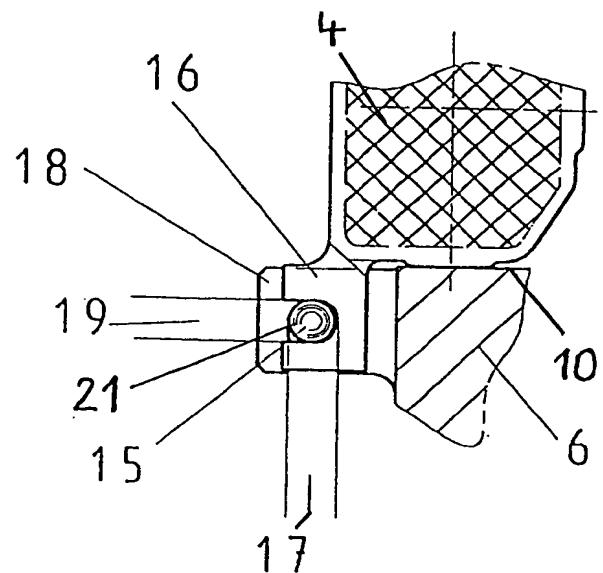


Fig. 3

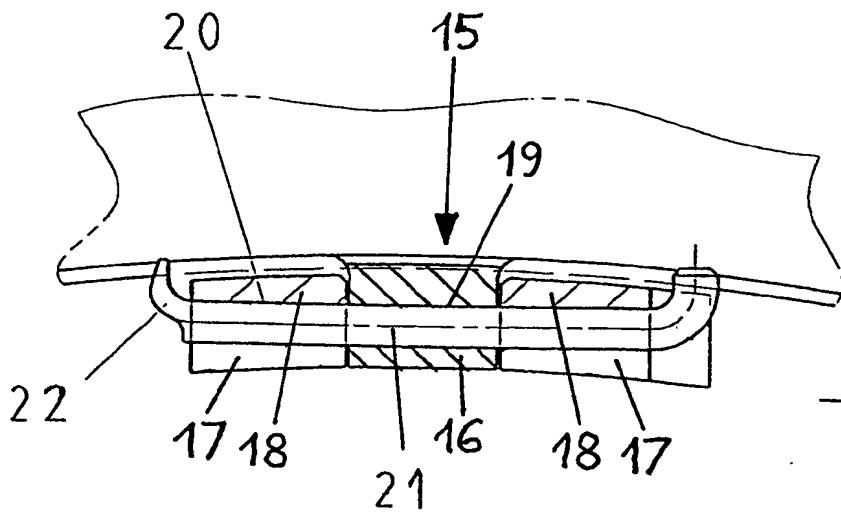


Fig. 4